



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 198 23 937 A 1

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
F 02 M 47/02

21 Aktenzeichen: 198 23 937.8  
22 Anmeldetag: 28. 5. 98  
43 Offenlegungstag: 2. 12. 99

DE 198 23 937 A 1

71 Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

72 Erfinder:  
Baranowski, Dirk, Dr., 93059 Regensburg, DE;  
Schmutzler, Gerd, Dr., 93138 Lappersdorf, DE;  
Wagner, Joachim, 93051 Regensburg, DE

56 Entgegenhaltungen:

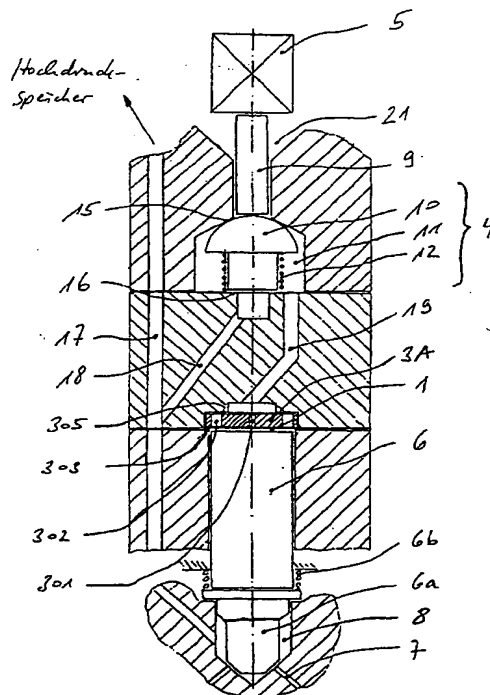
DE	196 18 468 C1
DE	297 08 369 U1
EP	08 26 876 A1
EP	07 70 776 A1
EP	05 29 630 A1
JP	07-3 32 200

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Servoventil für Kraftstoffeinspritzventil

57 Das Einspritzventil weist eine Steuerkammer (1) auf, die mit Kraftstoff unter Systemdruck beaufschlagt werden kann und die über eine Ablaufdrossel (3) mit einem drucklosen Rücklauf (21) zu einem Kraftstofftank in Verbindung gebracht werden kann. Der Kraftstofffluß zu und von der Steuerkammer (1) wird durch ein Servoventil (4) gesteuert. In einer ersten Alternative ist die Ablaufdrossel (3) als beweglicher Kolben (3A) mit einer Abflußöffnung (301) ausgeführt, der zwischen der Steuerkammer (1) und dem Servoventil (4) angeordnet ist, wobei der Kolben (3A) bei einem Kraftstofffluß in die Steuerkammer (1) Zuflußöffnungen (302) freigibt, die bei einem Kraftstofffluß aus der Steuerkammer (1) verschlossen sind. In einer zweiten Alternative ist die Ablaufdrossel (3) als Querschnittsverengung (3B) in einer Verbindungsbohrung (19) zwischen dem Servoventil (4) und der Steuerkammer (1) ausgeführt, wobei der Querschnitt der Verengung (3B) in Richtung der Längsachse der Verbindungsbohrung (19) allmählich bis auf ein Minimum abnimmt und sich dann un stetig wieder auf den Durchmesser der Verbindungsbohrung (19) erweitert. In einer dritten Alternative ist die Ablaufdrossel (3) im Rücklauf (21) nach dem Servoventil (4) angeordnet.



DE 198 23 937 A 1

Die Erfindung betrifft ein Servoventil für ein Einspritzventil der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 genannten Art für die Kraftstoffeinspritzung in Verbrennungskraftmaschinen. Ein solches Servoventil ist aus der DE-A-196 18 468 bekannt.

Für die Kraftstoffversorgung von Verbrennungsmotoren werden zunehmend Speichereinspritzsysteme verwendet, bei denen mit sehr hohen Einspritzdrücken gearbeitet wird. Solche Einspritzsysteme sind als Common-Rail-Systeme (für Dieselmotoren) und HPDI-Einspritzsysteme (für Ottomotoren) bekannt. Diese Einspritzsysteme zeichnen sich dadurch aus, daß der Kraftstoff mit einer Hochdruckpumpe in einen allen Zylindern des Motors gemeinsamen Druckspeicher gefördert wird, von dem aus die Einspritzventile an den einzelnen Zylindern versorgt werden. Das Öffnen und Schließen der Einspritzventile wird in der Regel elektromagnetisch gesteuert, evtl. auch unter Zuhilfenahme von Piezoelementen.

Das Servoventil dient dazu, hydraulisch das Öffnen und Schließen des eigentlichen Kraftstoffeinspritzventils zu bewirken, das heißt insbesondere den Beginn und das Ende des Einspritzvorganges zeitlich exakt festzulegen. Das Servoventil beeinflußt in Verbindung mit Steuerdrosseln vor allem die Geschwindigkeit, mit der das Einspritzventil öffnet und schließt. Aus verbrennungstechnischen Gründen soll die Geschwindigkeit, mit der das Einspritzventil öffnet, verschieden sein von der Geschwindigkeit, mit der das Einspritzventil schließt.

Das Einspritzventil soll z. B. kontrolliert langsam öffnen und am Ende des Einspritzvorganges schnell schließen. Auch soll die Einspritzung kleinster Kraftstoffmengen zur Voreinspritzung (Piloteinspritzung) vor der eigentlichen Einspritzung möglich sein, mit der sich der Verbrennungsprozeß optimieren läßt. Die Qualität der Verbrennung ist aber auch von der Schließgeschwindigkeit abhängig (Rußbildung durch zu langsames Schließen).

Das Servoventil eines Common-Rail-Systems gibt es bisher im wesentlichen in zwei Ausführungen, die sich grundsätzlich in eine der beiden Arten 2/2-Wegeventil und 3/2-Wegeventil einordnen lassen.

Anhand der Fig. 1 und 2 der Zeichnung werden diese beiden Arten näher erläutert. Die Fig. 1 zeigt ein bekanntes Einspritzventil mit einem 2/2-Wegeventil als Servoventil und die Fig. 2 ein bekanntes Einspritzventil mit einem 3/2-Wegeventil als Servoventil.

Wie in den Fig. 1 und 2 gezeigt, wird bei beiden Ausführungen der Kraftstoff mit Systemdruck von einem Hochdruckspeicher zu einer Steuerkammer 1 im Einspritzventil geführt. Zwischen dem Hochdruckspeicher und der Steuerkammer 1 ist eine Zulaufdrossel 2 angeordnet. In der Steuerkammer 1 wirkt der dort herrschende Druck auf das hintere Ende eines beweglichen Düsenkörpers 6, der bei seiner Bewegung Einspritzlöcher 7 öffnet und schließt, die zum Brennraum des Verbrennungsmotors führen. Ebenfalls mit dem Hochdruckspeicher verbunden ist eine Düsenkammer 8 am vorderen Ende des Düsenkörpers 6. Wenn sowohl in der Steuerkammer 1 als auch in der Düsenkammer 8 der volle Systemdruck anliegt, wird der Düsenkörper 6 aufgrund der größeren Wirkfläche in der Steuerkammer 1 nach unten gedrückt und verschließt die Einspritzlöcher 7.

Beiden Ausführungen ist darüberhinaus gemeinsam, daß das Servoventil 4 hydraulisch mit demselben Hochdruckspeicher (auch Common Rail genannt) verbunden ist, dem auch der Kraftstoff für die Einspritzung entnommen wird. Das Servoventil 4 hat die Aufgabe, den Druck zu steuern, der in der Steuerkammer 1 zum Schließen und Öffnen des

Einspritzventils auf den beweglichen Düsenkörper 6 ausgeübt wird. Das Servoventil 4 wird seinerseits durch einen Aktor 5 (z. B. durch einen Elektromagneten oder ein Piezoelement) elektronisch angesteuert.

Wie in der Fig. 1 gezeigt, steht bei einem Servoventil 4 in der Form eines 2/2-Wegeventils die Steuerkammer 1 mit dem Hochdruckspeicher über eine Zulaufdrossel 2 in Verbindung. Von der Steuerkammer 1 führt eine Verbindung mit einer Ablaufdrossel 3 zum Servoventil 4. Das Servoventil 4 ist seinerseits an eine Kraftstoffrückleitung angeschlossen, die zum Kraftstofftank führt.

Ist das Servoventil 4 geschlossen, steht in der Steuerkammer 1 der volle Systemdruck an, so daß die Düsenadel am vorderen Ende des Düsenkörpers 6 die Einspritzlöcher 7 verschließt, die in den Verbrennungsraum führen. Eine geeignete Ansteuerung des elektromagnetischen oder piezoelektrischen Aktors 5 bewirkt eine Öffnung des Servoventils 4. Bei offenem Servoventil 4 stellt sich zwischen Hochdruckspeicher, Steuerkammer 1 und Servoventil 4 eine stationäre Strömung ein. Diese Strömung führt an den einzelnen Drosseln, der Zulaufdrossel 2 und der Ablaufdrossel 3, zu einem definierten Druckabfall, wodurch insbesondere der Druck in der Steuerkammer 1 abgebaut wird. Dadurch verringert sich die auf den Düsenkörper 6 wirkende Kraft, so daß sich das Einspritzventil hydraulisch durch den in der Düsenkammer 8 anstehenden Systemdruck öffnet.

Diese Ausführung mit einem 2/2-Wegeventil hat den schwerwiegenden Nachteil, daß sich die Öffnungs- und Schließvorgänge des Einspritzventils durch die Ausgestaltung der Zulauf- und Ablaufdrosseln nur innerhalb sehr enger Grenzen unabhängig beeinflussen lassen.

Wie in der Fig. 2 gezeigt, führt bei der Ausführung mit dem 3/2-Wegeventil der Zulauf über die Zulaufdrossel 2, das Servoventil 4 und die Ablaufdrossel 3 zur Steuerkammer 1. Der Ablauf führt über die Ablaufdrossel 3 und das Servoventil 4 zur Rücklaufleitung.

Mit dieser Anordnung läßt sich die Steuerkammer 1 bei geöffnetem Servoventil 4 vollständig vom Systemdruck abkoppeln. Der Druck in der Steuerkammer 1 kann sich ohne Einfluß der Zulaufdrossel 2 über die Ablaufdrossel 3 abbauen. Damit ist prinzipiell ein schnelleres Öffnen des Einspritzventils als beim 2/2-Wegeventil möglich. Nach dem Schließen des Ablaufs am 3/2-Wegeventil baut sich über die Zulaufdrossel 2 und die Ablaufdrossel 3 in der Steuerkammer 1 wieder der Systemdruck auf.

Damit hat man die Möglichkeit, mit der Zulaufdrossel 3 den Schließvorgang des Einspritzventils zu verlangsamen.

Bei Einspritzventilen für Verbrennungsmotoren möchte man im Gegensatz dazu jedoch in der Regel das Öffnen des Einspritzventils verlangsamen, während das Schließen schnell vor sich gehen soll.

Aus der eingangs genannten DE-A-196 18 468 ist ein Einspritzventil mit einem hydraulisch betätigten Steuerkolben bekannt, der die Steuerkammer nach oben abschließt und der mit einer Ablaufdrossel in Form einer Bohrung versehen ist. Zwischen dem Steuerkolben und dem Düsenkörper der Einspritzpumpe ist eine Feder angeordnet. Ein Servoventil steuert im Zusammenwirken mit einer Anzahl weiterer Drosseln den auf den Steuerkolben wirkenden Druck. Wird bei geöffnetem Einspritzventil das Servoventil geschlossen, öffnet der Steuerkolben eine Verbindung zwischen einem Kraftstoff-Zuführkanal und dem Steuerraum, so daß der Kraftstoff direkt in den Steuerraum strömt und die Einspritzung abrupt stoppt.

Bei dieser Anordnung besteht das Servoventil aus den beiden Komponenten Steuerkolben und Servoventil, deren Zusammenwirken hydraulisch über Druckräume und Drosseln gesteuert wird. Bei dieser Anordnung bedingt jedoch

die Masse des mit der Düsennadel nicht direkt in Verbindung stehenden Steuerkolbens eine zusätzliche Systemträglichkeit.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das Servoventil so auszugestalten, daß sich die Öffnungs- und Schließvorgänge des Einspritzventils auf relativ einfache Weise unabhängig voneinander beeinflussen lassen. Auch soll es möglich sein, kleinste Kraftstoffmengen kontrolliert einzuspritzen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den in den nebengeordneten Patentansprüchen 1, 4 und 6 angegebenen, alternativen Servoventilanordnungen gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Servoventilanordnungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Die Erfindung stellt eine Variante des 3/2-Wegeventils dar, wobei auf die folgenden, alternativen Weisen eine unabhängige Beeinflussung des Öffnungs- und Schließvorganges des Einspritzventils erreicht wird:

(1) Erfindungsgemäß wird ausgenutzt, daß beim Öffnen und Schließen des Einspritzventils der Strömungsweg (die Verbindungsbohrung) zwischen der Steuerkammer und dem Servoventil in entgegengesetzten Richtungen durchströmt wird. Die entgegengesetzten Strömungen lassen sich unterschiedlich beeinflussen. Eine mögliche Art der Beeinflussung, die im Patentanspruch 1 angegeben ist, liegt in einer funktionellen Ausführung der Ablaufdrossel als selbstregelndes Ventil in der Form eines beweglichen Kolbens, der für jede Strömungsrichtung einen anderen Strömungsquerschnitt freigibt bzw. abdeckt. Der Kolben wird vorzugsweise hydraulisch nur durch die Strömung betätigt. Eine alternative Art der Beeinflussung, die im Patentanspruch 4 genannt ist, erfolgt durch eine in Strömungsrichtung asymmetrische Formgebung der Drossel mit einem sich bezüglich der einen Strömungsrichtung allmählich verjüngenden und dann abrupt erweiternden Querschnitt bzw. bezüglich der anderen Strömungsrichtung abrupt verringernden und dann allmählich erweiternden Querschnitt, womit die Drossel je nach Strömungsrichtung als sich stetig verengende Düse oder als sich stetig erweiternder Diffusor wirkt. Da sich der Strömungswiderstand einer Düse vom dem eines Diffusors unterscheidet, läßt sich durch diese Art der Querschnittsverengung der Strömungswiderstand in den beiden Richtungen in einem weiten Bereich variieren. Das Strömungsverhalten wird auch durch die Stufe bzw. unstetige Erweiterung/Verengung am Ausgang/Eingang der Düse/des Diffusors beeinflusst. Insgesamt ermöglicht eine hohe Strömungsgeschwindigkeit in Richtung Steuerkammer ein schnelles Schließen des Einspritzventils.

(2) Die Ablaufdrossel wird erfindungsgemäß erst nach dem Servoventil, das heißt zwischen Servoventil und Rücklauf zum Kraftstofftank angeordnet. Die Ablaufdrossel beeinflusst damit nur das Entleeren der Steuerkammer, also das Öffnen des Einspritzventils. Dies wird dadurch möglich, daß das 3/2-Wegeventil im geöffneten Zustand die Verbindung zwischen der Steuerkammer und dem auf Systemdruck befindlichen Hochdruckspeicher unterbricht. Damit ist die Ablaufdrossel nur bei geöffnetem Servoventil aktiv. Bei geschlossenem Servoventil ist die Verbindung zum Kraftstofftank unterbrochen und die Verbindung zwischen Steuerkammer und Hochdruckspeicher wiederhergestellt. Der Druck in der Steuerkammer kann daher ohne Drosselung schnell wiederhergestellt und damit das Ein-

spritzventil schnell geschlossen werden, was den allgemeinen Anforderungen an ein Common-Rail-Einspritzsystem entspricht.

Gegebenenfalls läßt sich durch den Einbau einer Zulaufdrossel an der Befüllung der Steuerkammer und damit am Schließen des Einspritzventils eine Feinabstimmung vornehmen. Das Öffnen des Einspritzventils wird dadurch nicht beeinflusst.

Die vorliegende Erfindung hat den Vorteil, daß sich durch Varianten des Konzeptes mit einem 3/2-Wegeventil, die sich verhältnismäßig einfach realisieren lassen, ein weitgehend unabhängiges Einstellen des Öffnungs- und Schließvorganges des Einspritzventils erreichen läßt.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnung beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

**Fig. 1** schematisch ein bekanntes Einspritzventil mit einem 2/2-Wegeventil als Servoventil;

**Fig. 2** schematisch ein bekanntes Einspritzventil mit einem 3/2-Wegeventil als Servoventil;

**Fig. 3A** ein erfindungsgemäßes Einspritzventil mit einer ersten Ausführungsform des Servoventils;

**Fig. 3B** ein erfindungsgemäßes Einspritzventil mit einer zweiten Ausführungsform des Servoventils;

**Fig. 3C** ein erfindungsgemäßes Einspritzventil mit einer dritten Ausführungsform des Servoventils;

**Fig. 3D** ein erfindungsgemäßes Einspritzventil mit einer vierten Ausführungsform des Servoventils;

**Fig. 4** eine Detailansicht des bei der ersten Ausführungsform des Servoventils der **Fig. 3A** verwendeten Kolbens; und

**Fig. 5** eine Detailansicht der bei der zweiten Ausführungsform des Servoventils der **Fig. 3B** verwendeten Drossel.

In den **Fig. 3A** bis **3D** sind verschiedene alternative Ausführungsformen eines Einspritzventils mit einem erfindungsgemäß abgewandelten 3/2-Wegeventil als Servoventil 4 dargestellt. Allen Ausführungsformen gemeinsam ist, daß über eine Hochdruckbohrung 17 der im Hochdruckspeicher anstehende Systemdruck sowohl der Ventilkammer 11 des Servoventils 4 als auch der Düsenkammer 8 am vorderen Ende des Düsenkörpers 6 des Einspritzventils zugeführt wird. Dazu führt von der Hochdruckbohrung 17 eine Zulaufbohrung 18 zur Ventilkammer 11 und von der Ventilkammer 11 eine Verbindungsbohrung 19 zur Steuerkammer 1 am hinteren Ende des Düsenkörpers 6. Der Ventilkörper 10 des Servoventils 4 wird im Ausgangszustand durch den Systemdruck gegen einen Ventilsitz 15 gedrückt, so daß zwischen der Ventilkammer 11 und dem Rücklauf 21 zum Kraftstofftank keine Verbindung besteht. Der Systemdruck liegt über die Zulaufbohrung 18 und die Verbindungsbohrung 19 am Düsenkörper 6 an, so daß die Düsennadel 6a am vorderen Ende des Düsenkörpers 6 in ihren Sitz gedrückt wird. Damit ist die Verbindung zwischen den Einspritzlöchern 7 und der Düsenkammer 8 unterbrochen, und es kann kein Kraftstoff aus der Düsenkammer 8 in den Brennraum eingespritzt werden.

Bei Betätigung des Aktors 5 wird über den Stößel 9 eine Kraft auf das Servoventil 4 ausgeübt, die den Ventilkörper 10 vom Ventilsitz 15 abhebt und so gegen eine Dichtfläche 16 am Eingang der Zulaufbohrung 18 in die Ventilkammer 11 drückt, daß die Verbindung zwischen der Zulaufbohrung 18 und der Ventilkammer 11 unterbrochen wird. Andererseits wird durch das Abheben des Ventilkörpers 10 vom Ventilsitz 15 die Verbindung zwischen der Ventilkammer 11 und dem Rücklauf 21 geöffnet. Der mit dem Kraftstofftank in Verbindung stehende Rücklauf 21 ist drucklos. Daher kann sich nun der Druck in der Steuerkammer 1 über die

Verbindungsbohrung 19 und die Ventilkammer 11 vollständig abbauen. Der Düsenkörper 6 wird somit entlastet, so daß der in der Düsenkammer 8 anstehende Druck die Düsennadel 6a von ihrem Sitz abhebt und die Verbindung zu den Einspritzlöchern 7 freigibt. Damit beginnt der Einspritzvorgang.

Nach Beendigung der Ansteuerung des Aktors 5 preßt der in der Zulaufbohrung 18 anstehende Systemdruck den Ventilkörper 10 wieder in den Ventilsitz 15, so daß der Ventilkörper 10 von der Dichtfläche 16 abhebt und die Ventilkammer 11 und über diese und die Verbindungsbohrung 19 die Steuerkammer 1 wieder dem Systemdruck ausgesetzt werden. Zur Unterstützung des Ventilschließvorgangs am Servoventil 4 ist am Ventilkörper 10 eine Ventilsfeder 12 vorgesehen, die auf den Ventilkörper 10 eine Kraft in Richtung zum Ventilsitz 15 ausübt.

Der Druck in der Steuerkammer 1 führt am Düsenkörper 6 zu einer Kraft in Richtung zum Sitz der Düsennadel 6a, die die Düsennadel 6a wieder in ihren Sitz drückt und den Einspritzvorgang beendet. Zur Unterstützung des Einspritzventil-Schließvorgangs bei kleinen Systemdrücken ist eine Düsenfeder 6b vorgesehen, die die Düsennadel 6a gegen ihren Sitz drückt.

Die Geschwindigkeit, mit der das Einspritzventil öffnet und schließt, wird direkt durch die Geschwindigkeit beeinflusst, mit der der Druck in der Steuerkammer 1 ab- und wieder aufgebaut wird. Der Schließvorgang soll in der Regel möglichst schnell vor sich gehen, weshalb die Kraftstoffzufuhr und damit der Druckaufbau meist ungedrosselt erfolgt. Dagegen soll das Öffnen des Einspritzventils kontrolliert vor sich gehen. Zum gezielten Druckabbau in der Steuerkammer 1 dient eine Ablaufdrossel 3 in den verschiedenen Ausführungsvarianten der Fig. 3A bis 3D.

Die Fig. 3A zeigt eine erste Ausführungsvariante der Ablaufdrossel 3. Die Drossel 3 ist als Kolben 3A ausgeführt, der in einem Raum zwischen der Steuerkammer 1 und der Verbindungsbohrung 19 angeordnet ist. Der Kolben 3A ist zwischen einer Dichtfläche 305 auf der Seite der Verbindungsbohrung 19 und einer Schulter 303 auf der Seite der Steuerkammer 1 frei beweglich. Die Schulter 303 kann von einem in den Raum für den Kolben 3A von der Seite der Steuerkammer 1 her eingesetzten Ring gebildet werden.

Wie in der Fig. 4 gezeigt, weist der Kolben 3A im Bereich der Mündung der Verbindungsbohrung 19 eine Abflußöffnung 301 und im Bereich der Dichtfläche 305 eine oder mehrere Zuflußöffnungen 302 auf.

Wenn der Aktor 5 betätigt wird und das Servoventil 4 die Verbindung zum Rücklauf 21 öffnet, strömt Kraftstoff aus der Steuerkammer 1 durch die Öffnungen im Kolben 3A in die Verbindungsbohrung 19. Am Kolben 3A entsteht ein Druckgefälle, das den Kolben 3A gegen die Dichtfläche 305 drückt und die Zuflußöffnungen 302 schließt. Für den abfließenden Kraftstoff steht nur die eine Abflußdrossel bildende Abflußöffnung 301 zur Verfügung.

Im umgekehrten Fall, wenn bei schließendem Ventil Kraftstoff aus der Verbindungsleitung 19 in die Steuerkammer 1 strömt, löst sich der Kolben 3A von der Dichtfläche 305 und kommt an der Schulter 303 zur Anlage. Dadurch werden die Zuflußöffnungen 302 freigegeben.

Durch unterschiedliche Dimensionierung der Öffnungen 301 und 302 läßt sich die Strömungsgeschwindigkeit beim Entleeren und Befüllen der Steuerkammer 1 unabhängig einstellen. Zum Beispiel wird die Abflußöffnung 301 in der Regel einen relativ kleinen Durchmesser aufweisen und der Querschnitt der Zuflußöffnung(en) 302 relativ groß sein.

Statt wie gezeigt als Durchgangsbohrungen können die Zufluß- und/oder Abflußöffnungen 301, 302 auch als Nuten in der an der Dichtfläche 305 anliegenden Seite des Kolbens

3A ausgebildet sein.

Die Fig. 3B zeigt eine zweite Ausführungsvariante der Drossel 3. Die Drossel 3 ist als Querschnittsverengung 3B in der Verbindungsbohrung 19 ausgeführt, wobei der Querschnitt der Verengung 3B in Richtung der Längsachse der Verbindungsbohrung 19 allmählich bis auf ein Minimum abnimmt und sich dann als Stufe schlagartig oder unstetig wieder auf den Durchmesser der Verbindungsbohrung 19 erweitert. Die Fig. 5 zeigt eine vergrößerte Detailansicht der Verengung 3B in der Verbindungsbohrung 19. Die Querschnittsverengung 3B wirkt aufgrund ihrer Form auf die Strömung in der einen Richtung als stetige Verengung oder Düse (mit einer anschließenden unstetigen Erweiterung) und auf die Strömung in umgekehrter Richtung als unstetige Verengung mit einer anschließenden stetigen Erweiterung oder einem Diffusor. Da eine Düse einen anderen Strömungswiderstand hat als ein Diffusor, ist der Strömungswiderstand an der Verengung 3B für eine Strömung in der einen Richtung größer als in der Gegenrichtung.

Durch eine entsprechende Ausgestaltung der Verengung 3B läßt sich daher auch mit dieser Ausführungsvariante die Geschwindigkeit, mit der sich die Steuerkammer 1 entleert bzw. wieder füllt, in einem weiten Bereich einstellen. Der Strömungswiderstand einer Düse hängt im wesentlichen nur vom Verhältnis des engsten Querschnitts zum Rohrquerschnitt der Verbindungsbohrung 19 ab. Für den Strömungswiderstand eines Diffusors spielt darüberhinaus die Konizität der stetigen Querschnittserweiterung eine Rolle. Damit läßt sich der Strömungswiderstand in den beiden Strömungsrichtungen durch zwei voneinander unabhängige Parameter verschieden beeinflussen.

Die Fig. 3C und 3D zeigen zwei weitere Ausführungsvarianten der Drossel 3. Bei diesen Varianten ist die Drossel 3 in den Rücklauf 21 integriert, der vom Servoventil 4 zum Kraftstofftank führt. Im allgemeinen ist bei Einspritzventilen der Stößel 9, der beweglich zwischen dem Aktor 5 und dem Ventilkörper 10 des Servoventils 4 angeordnet ist, oder die Führungsbohrung, in der sich der Stößel 9 bewegt, so ausgeführt, daß der im Rücklauf 21 zum Kraftstofftank zurückbeförderte Kraftstoff ohne große Strömungsverluste am Stößel 9 vorbeiströmen kann. Dies kann beispielsweise durch seitlich in den Stößel eingearbeitete Schlüsselflächen oder eine in die Bohrung eingearbeitete Nut erfolgen, die für die Rückströmung einen hinreichend großen Strömungsquerschnitt freilassen. Im Gegensatz dazu ist bei den beiden Ausführungsvarianten der Fig. 3C und 3D der Stößel 9 mit einer so genau in die Bohrung im Ventilgehäuse eingepaßten Führung 901 versehen, daß diese Führung 901 die Stößelbohrung im wesentlichen kraftstoffdicht verschließt.

Wie in der Fig. 3C gezeigt, besteht nun die eine Ausführungsvariante der Drossel 3 in einer die Ablaufdrossel bildenden Drosselnut 3C, die seitlich in der Führung 901 ausgebildet ist und durch die der Kraftstoff, wenn der Ventilkörper 10 des Servoventils 4 vom Ventilsitz 15 abgehoben hat, entlang des Stößels 9 gedrosselt abfließt.

Wie in der Fig. 3D gezeigt, ist bei der anderen Ausführungsvariante der Drossel 3 unterhalb einer mehr oder weniger vollständig abdichtenden Führung 902 für den Stößel 9 eine Abzweigung 22 im Rücklauf 21 vorgesehen, durch die der Kraftstoff auf seinem Weg vom Servoventil 4 zum Kraftstofftank fließt. Die Abzweigung 22 weist wenigstens an einer Stelle einen verringerten Querschnitt auf, der eine Drosselbohrung 3D darstellt.

Auch bei den beiden Ausführungsvarianten der Fig. 3C und 3D kann der Querschnitt der Drosselnut 3C bzw. der Querschnitt der Drosselbohrung 3D im Rücklauf 21 bzw. der Abzweigung 22 unabhängig so festgelegt werden, daß das gewünschte Öffnungs- und Schließverhalten des Ein-

spritzventils erhalten wird. Die besondere Ausgestaltung der Ablaufdrossel in den Ausführungsvarianten der Fig. 3A und 3B bzw. die Anordnung der Ablaufdrossel 3 im Rücklauf 21 nach dem Servoventil 4 bei den Ausführungsvarianten der Fig. 3C und 3D stellt sicher, daß der Zulauf des Kraftstoffs von der Hochdruckbohrung 17 zur Steuerkammer 1 nicht behindert ist und andererseits eine eventuelle Zulaufdrossel in der Zulaufbohrung 18 bzw. eine Drosselung des zuströmenden Kraftstoffs an der Einmündung der Zulaufbohrung 18 in die Ventilkammer 11 den Ablauf des Kraftstoffs aus der Steuerkammer 1 durch den Rücklauf 21 nicht beeinflusst.

#### Patentansprüche

1. Servoventil für ein Einspritzventil für die Einspritzung von Kraftstoff in eine Verbrennungskraftmaschine mit einer Steuerkammer (1), die mit Kraftstoff unter Systemdruck von einem Hochdruckspeicher beaufschlagt werden kann und die über eine Ablaufdrossel (3) mit einem drucklosen Rücklauf (21) zu einem Kraftstofftank in Verbindung gebracht werden kann, wobei der in der Steuerkammer (1) herrschende Druck auf einen beweglichen Düsenkörper (6) wirkt, der mit einer Düsennadel (6a) versehen ist, die bei der Bewegung des Düsenkörpers (6) Einspritzlöcher (7) freigibt und verschließt, und wobei der Kraftstofffluß zu und von der Steuerkammer (1) durch das Servoventil (4) gesteuert wird, das einen beweglichen Ventilkörper (10) aufweist und das selektiv eine Verbindung der Steuerkammer (1) mit dem Hochdruckspeicher oder eine Verbindung der Steuerkammer (1) mit dem drucklosen Rücklauf (21) herstellt, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ablaufdrossel (3) als beweglicher Kolben (3A) mit einer Abflußöffnung (301) ausgeführt ist, der in einem Raum zwischen der Steuerkammer (1) und dem Servoventil (4) angeordnet ist, wobei der Kolben (3A) bei einem Kraftstofffluß in die Steuerkammer (1) wenigstens eine Zuflußöffnung (302) freigibt, die bei einem Kraftstofffluß aus der Steuerkammer (1) verschlossen ist.
2. Servoventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (3A) in einem an die Steuerkammer (1) angrenzenden Raum angeordnet ist.
3. Servoventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dem Kolben (3A) servoventilseitig im Bereich der Zuflußöffnungen (302) eine Dichtfläche (305) gegenüberliegt.
4. Servoventil für ein Einspritzventil für die Einspritzung von Kraftstoff in eine Verbrennungskraftmaschine mit einer Steuerkammer (1), die mit Kraftstoff unter Systemdruck von einem Hochdruckspeicher beaufschlagt werden kann und die über eine Ablaufdrossel (3) mit einem drucklosen Rücklauf (21) zu einem Kraftstofftank in Verbindung gebracht werden kann, wobei der in der Steuerkammer (1) herrschende Druck auf einen beweglichen Düsenkörper (6) wirkt, der mit einer Düsennadel (6a) versehen ist, die bei der Bewegung des Düsenkörpers (6) Einspritzlöcher (7) freigibt und verschließt, und wobei der Kraftstofffluß zu und von der Steuerkammer (1) durch das Servoventil (4) gesteuert wird, das einen beweglichen Ventilkörper (10) aufweist und das selektiv eine Verbindung der Steuerkammer (1) mit dem Hochdruckspeicher oder eine Verbindung der Steuerkammer (1) mit dem drucklosen Rücklauf (21) herstellt, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ablaufdrossel (3) als Querschnittsverengung (3B) in einer Verbindungsbohrung (19) zwischen der Ventilkammer (11) des Servoventils (4) und der Steuer-

kammer (1) ausgeführt ist, und daß der Strömungswiderstand an der Querschnittsverengung (3B) für eine Strömung in Richtung von der Ventilkammer (11) zur Steuerkammer (1) kleiner ist als für eine Strömung in der entgegengesetzten Richtung.

5. Servoventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt der Verengung (3B) in Richtung der Längsachse der Verbindungsbohrung (19) allmählich bis auf ein Minimum abnimmt und sich dann als Stufe unstetig wieder auf den Durchmesser der Verbindungsbohrung (19) erweitert.

6. Servoventil für ein Einspritzventil für die Einspritzung von Kraftstoff in eine Verbrennungskraftmaschine mit einer Steuerkammer (1), die mit Kraftstoff unter Systemdruck von einem Hochdruckspeicher beaufschlagt werden kann und die über eine Ablaufdrossel (3) mit einem drucklosen Rücklauf (21) zu einem Kraftstofftank in Verbindung gebracht werden kann, wobei der in der Steuerkammer (1) herrschende Druck auf einen beweglichen Düsenkörper (6) wirkt, der mit einer Düsennadel (6a) versehen ist, die bei der Bewegung des Düsenkörpers (6) Einspritzlöcher (7) freigibt und verschließt, und wobei der Kraftstofffluß zu und von der Steuerkammer (1) durch das Servoventil (4) gesteuert wird, das einen beweglichen Ventilkörper (10) aufweist und das selektiv eine Verbindung der Steuerkammer (1) mit dem Hochdruckspeicher oder eine Verbindung der Steuerkammer (1) mit dem drucklosen Rücklauf (21) herstellt, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ablaufdrossel (3) im Rücklauf (21) nach dem Servoventil (4) angeordnet ist.

7. Servoventil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Ablaufdrossel als Drosselnut (3C) in einer Führung (901) eines Stößels (9) zur Betätigung des Servoventils (4) ausgebildet ist.

8. Servoventil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Ablaufdrossel als Drosselbohrung (3D) in einer Abzweigung (22) des Rücklaufs (21) zwischen der Ventilkammer (11) des Servoventils (4) und einer abdichtenden Führung (902) des Stößels (9) zur Betätigung des Servoventils (4) ausgebildet ist.

---

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

---

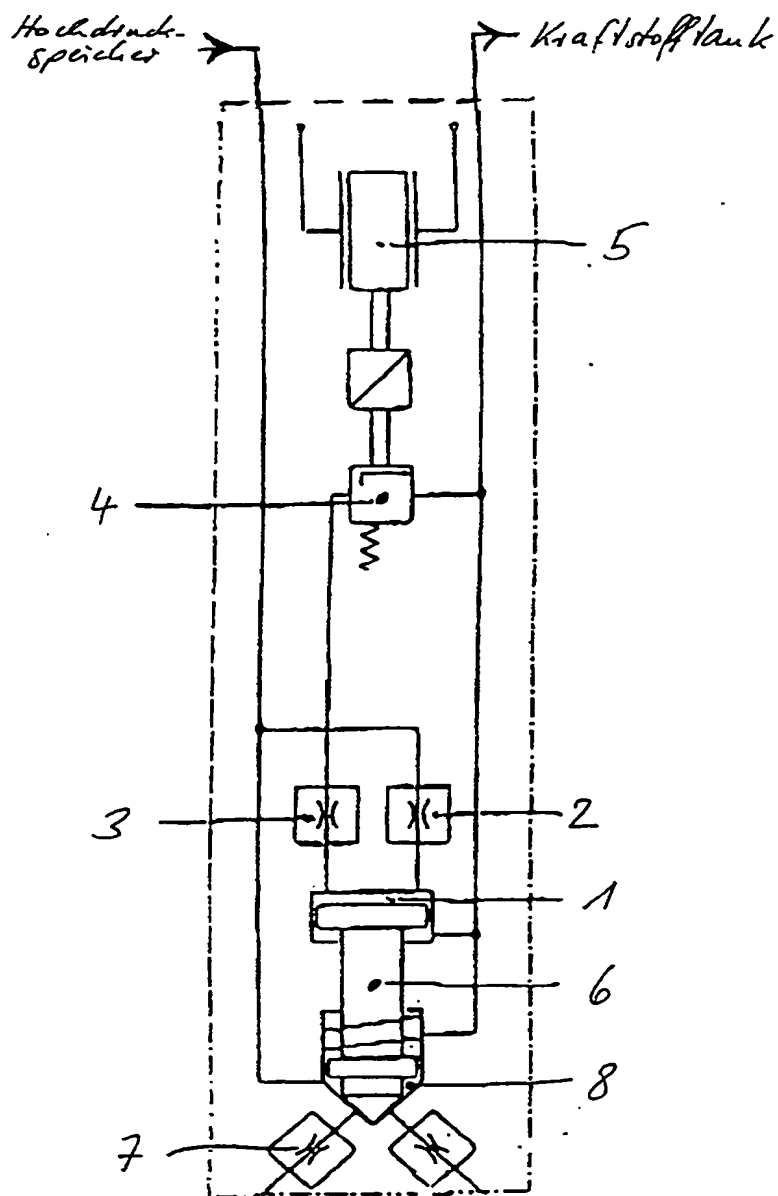


Fig. 1

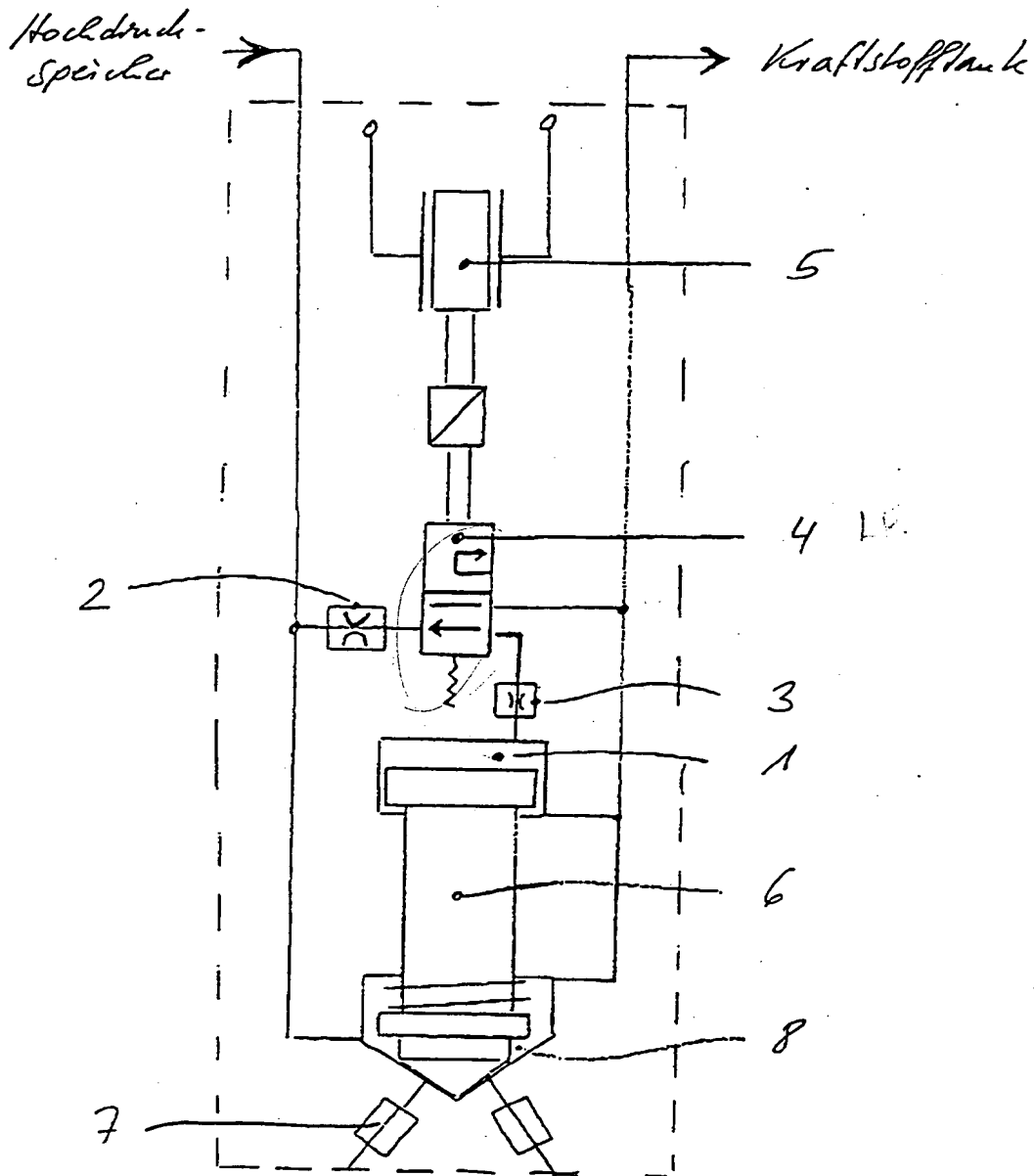


Fig. 2

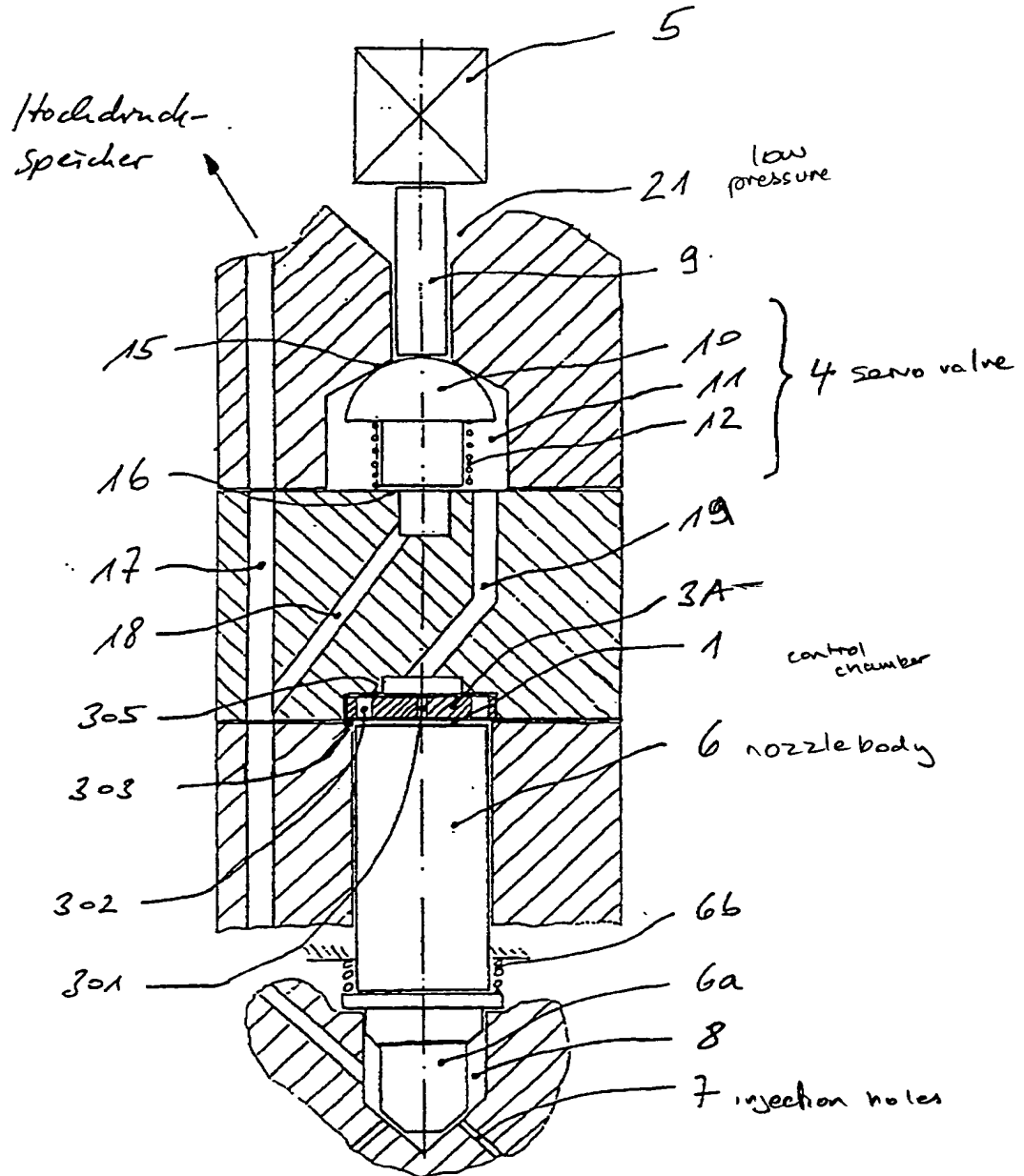


Fig. 3A



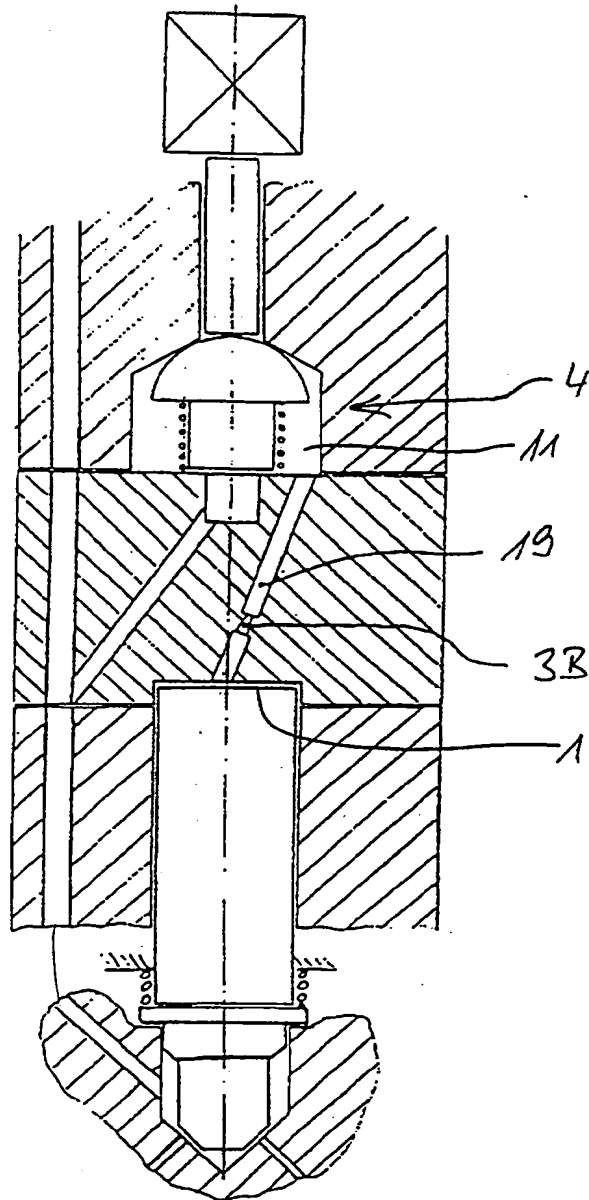
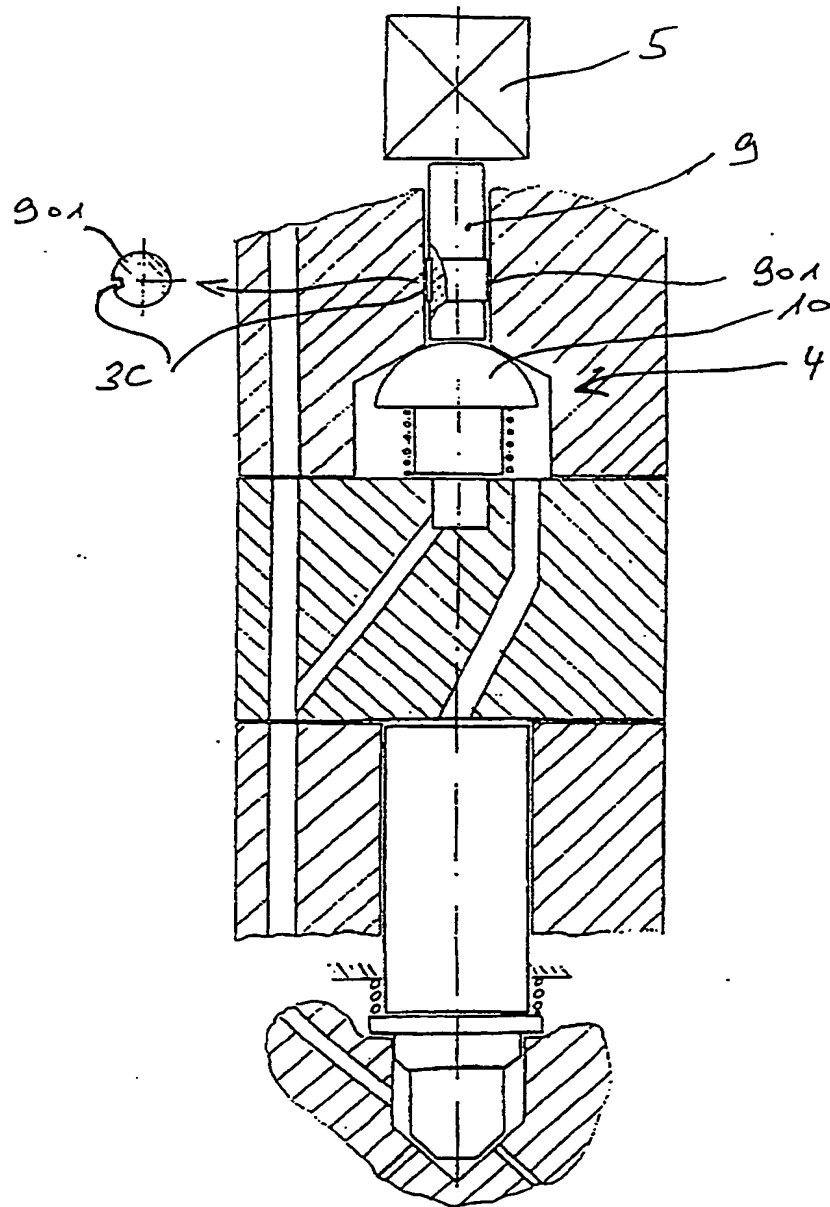


Fig. 3B



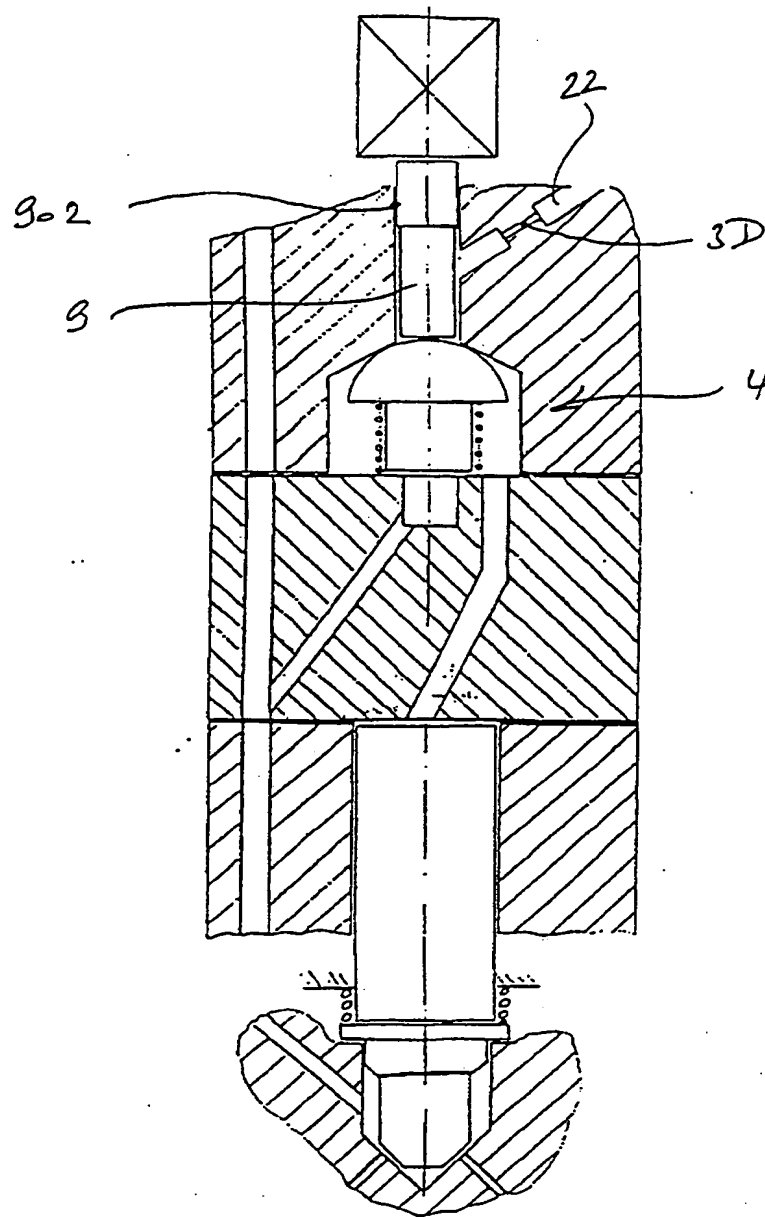


Fig. 3D

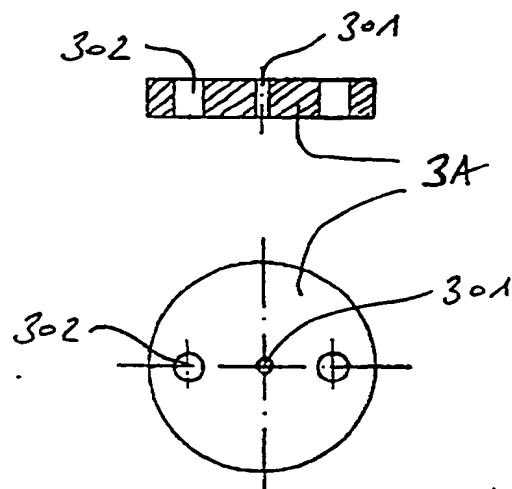


Fig. 4

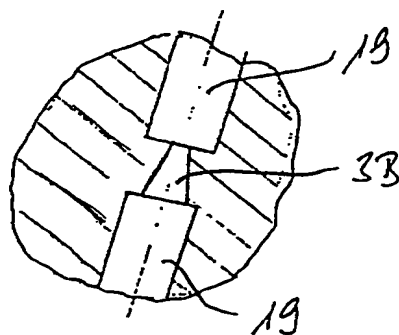


Fig. 5